

CED Consult

**LES OPTIONS POUR UNE CONTRIBUTION DU SECTEUR RURAL
EN TUNISIE À LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET
DE SERRE ET L'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

Rapport de mission

G. Bourgeon – A. Karsenty

Août 2000

Draft n° 1

CIRAD - AMIS

CIRAD - FORÊT

Cette contribution des consultants du CIRAD, G. Bourgeon (Cirad Amis), pédologue, et A. Karsenty (Cirad Forêt), économiste, vise, à partir d'un scénario de référence (tendanciel) à l'horizon 2020 élaboré avec le bureau AED Consult, d'envisager les options les plus pertinentes qu'il conviendrait d'appuyer (par des mesures adaptées) pour accroître la contribution du secteur rural à l'objectif d'atténuation du changement climatique, en prenant en compte les besoins de la Tunisie en termes de développement durable.

1. La construction des scénarii à l'horizon 2020

1.1. Les changements d'usage des terres

La libéralisation des échanges commerciaux dans le domaine de l'agriculture devrait entraîner une baisse de la production céréalière en Tunisie, avec une disparition et une reconversion d'exploitations à faibles rendements situées sur des terres peu propices à ce type de culture. Contrairement à ce que l'on constate dans de nombreux pays du Sud, le défrichement de sols actuellement sous végétation naturelle pour l'ouverture de nouvelles terres agricoles est un phénomène quasiment absent (arrêté) en Tunisie : les terres présentant une certaine potentialité ayant été déjà toutes défrichées.

Parallèlement, une réduction de la jachère associée aux systèmes céréaliers est à prévoir, résultant soit de la baisse de l'activité céréalière dans les zones « marginales », soit de l'intensification de la production dans les zones céréalières. Les différences des coûts marginaux entre systèmes d'exploitation vont produire leurs effets en termes d'accentuation des spécialisations agricoles régionales. Cette dynamique d'accentuation de la spécialisation agricole régionale sous l'effet de la libéralisation des échanges agricoles devrait produire ses effets à partir de la seconde partie de la décennie 2000. L'amplitude et le rythme de ce mouvement dépendra de plusieurs facteurs, parmi lesquels figurent les politiques agricoles du gouvernement.

Les estimations varient considérablement selon les rapports d'expert. Le rapport « Perspectives de l'agriculture tunisienne & Mutations internationales » (1995, Ministère de l'agriculture – DGPIA/COMETE Eng.) prévoit une surface constante de 1,48 millions d'hectares entre 1995 et 2020, et ne prend donc pas en compte cette évolution.

Surfaces agricoles

	1960	1970	1995	2010	2020
En milliers d'ha					
Arboriculture	1 150	1 230	1 680	1 900	2 100
Céréales	1 125	1 270	1 480	1 480	1 480
Irrigué	65	90	300	380	400
Parcours	3 250	3 295	3 360	2 910	2 570
Forêt	405	470	660	810	930
TOTAL	5 995	6 355	7 480	7 480	7 480

La « Stratégie Nationale d'Aménagement Rural » (1999, MEAT-DGAT/COMETE Eng.) prévoit une diminution de la surface céréalière sur les terres marginales au profit des plantations (productives ou non) et une modification des assolements, et une réduction à 1 millions d'hectares des surfaces céréalières à l'horizon 2015 (Rapport de deuxième phase : objectifs et orientations, p. 20), avec un accroissement parallèle de l'arboriculture (350 000 ha d'olivieraie et 170 000 ha d'autres arbres).

1.2. Problématique du changement d'utilisation des terres dans la perspectives des options d'atténuation du changement climatique

Le changement d'utilisation des terres permet d'envisager le développement d'activités de plantation (arboriculture, plantations fourragères, plantations de bois énergie...) qui accroissent les stocks de carbone, tout en offrant des opportunités économiques et des revenus aux populations rurales.

On devrait assister à un abandon des terres marginales pour la céréaliculture (ou n'assurant plus un revenu suffisant), dans un contexte de libéralisation croissante du prix des céréales, pour mieux tenir compte de l'aptitude des sols. Cet abandon devrait être accompagné de reconversions des terres, et c'est sur ces reconversions qu'il est possible d'agir dans le cadre d'une politique volontariste d'atténuation des émissions nationales de GES (notamment CO₂).

Cette politique est néanmoins soumise à deux contraintes fortes :

- il n'est pas envisageable d'adopter des mesures d'atténuation qui iraient à l'encontre des impératifs de développement ;
- la Tunisie, comme les pays voisins, est un pays où l'aridité est importante et il est nécessaire de veiller à l'utilisation rationnelle d'une ressource en eau limitée.

La méthode proposée ici est de tenter de définir un « scénario de référence horizon 2020 », c'est-à-dire une projection de la **situation la plus probable qui interviendrait en l'absence de toute mesure spécifique** visant à accroître la contribution du secteur agricole tunisien pour l'atténuation du changement climatique (« *business as usual* »). On comparera ensuite ce scénario de référence à un ou plusieurs **scénarii de changement accentué résultant de mesures spécifiques** visant à accroître, en tenant compte de plusieurs contraintes, la contribution du secteur agriculture-forêt dans l'atténuation du changement climatique (comme par exemple des politiques visant à accroître la part de l'arboriculture vis-à-vis des céréales sur les terres les moins propices à ce type d'emblavement). On en déduira les **capacités d'absorption supplémentaire annuelles de carbone** (flux de l'atmosphère vers l'agro-écosystème) résultant de la mise en œuvre du ou des scénarii de changement accentué par rapport au scénario de référence.

2. Le scénario de référence

C'est le scénario tendanciel qui ne tient compte d'aucune mesure d'atténuation, et qui s'efforce de rendre compte de la situation future la plus probable dans ce contexte.

Principaux traits du scénario de référence(*)

- Poursuite de la tendance à la baisse de la croissance démographique (transition démographique)
- Amorçage d'un mouvement de déprise agricole lié à l'exode rural
- Libéralisation des échanges agricoles liées aux accords de l'OMC → régression de la céréaliculture sur les terres marginales
- Développement de l'arboriculture commerciale, tirée par l'oliveraie
- Diminution de la consommation de bois de feu (substitution par le GPL)
- Accroissement de la consommation de charbon de bois induisant une hausse de la pression sur le couvert végétal dans certaines régions
- Accroissement du cheptel, lié à l'accroissement de la demande urbaine, d'une certaine disponibilité de terres précédemment emblavées et d'une hausse des exportations
- Amélioration de la productivité des forêts naturelles par un accent mis sur la gestion intégrée et participative des massifs

(*) Tous les points du scénario de référence n'ont pas été abordés ici, seuls les aspects agriculture et forêt ont été développés par les consultants.

2.1. Céréales

La surface céréalière varie considérablement d'une année sur l'autre comme le montre le tableau suivant :

2.1.1. ÉVOLUTION DES SUPERFICIES CULTIVÉES EN CÉRÉALES (UNITÉ : 1000 HA)

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Superficie	1574.3	1673.2	1519.2	1679.7	1505.5	1355.5	2023.3	1143.8	1458.5

Source : annuaire des statistiques agricoles 1999 – République Tunisienne, Ministère de l'Agriculture

A long terme, les tendances à la diminution de consommation par habitant¹, estimée à environ -13 à -14 kg/personne tous les dix ans, conjuguées aux perspectives démographiques (INS), laissent entrevoir une stabilisation de la consommation (à partir de 2020) à environ 19,5 millions de quintaux. Un objectif d'autosuffisance alimentaire suppose ainsi une augmentation de production (en 23 ans) d'environ 70 % par rapport aux performances des années récentes. Ceci, à superficie emblavée constante, suppose un rythme d'amélioration du rendement à l'hectare de l'ordre de 2 % par an, ce qui correspond à la tendance observée sur les 35 années précédentes avec toutefois des écarts annuels très importants, selon la pluviométrie.

Avec la libéralisation, il est estimé qu'au total, 800.000 hectares ne seraient plus emblavés en céréales, réduisant la superficie moyenne occupée à 750.000 hectares seulement, mais avec un rendement moyen de 22.6 Qx/ha au lieu de 10,1 Qx/ha aujourd'hui ce qui suppose un accroissement annuel des rendements de l'ordre de 5.4%. De telles performances devraient pouvoir être réalisées grâce à la mobilisation des ressources en eau et les économies d'eau qui porteront les terres irriguées de 300.000 ha actuellement à environ 470.000 en 2020 et qui contribueraient à la sécurisation de la production moyennant l'irrigation complémentaire, l'amélioration des structures agraires et l'intensification dans les zones à haut potentiel productif.

...
En fonction de l'évolution du prix des céréales consécutive à la libéralisation, la tendance observée à la diminution des superficies en céréales devrait encore s'accélérer à partir de 2008-2010.

La céréaliculture est pratiquée surtout au Nord et dans le Centre du pays, au Sud il s'agit d'une production plus faible et peu susceptible de varier (culture traditionnelle de céréales telles que l'orge,...). La diminution des emblavures affecterait donc principalement :

- *Les terres fragiles au nord de la dorsale qui seront transformées en prairies permanentes et en plantations pastorales et, dans une certaine mesure, en plantation arboricole (olivier, arbres semi-forestier) là où les conditions édaphiques les permettent.*
- *La majeure partie de terres céréalières dans la dorsale et au centre ouest qui seront transformées en plantations pastorales, parcours améliorés et plantations arboricole avec notamment l'olivier.*

Cela se traduirait par l'évolution suivante des superficies 'céréales + jachère'(il nous a en effet paru plus pertinent de travailler sur la somme 'céréales + jachère' que sur la superficie des seules céréales, car (i) la jachère sert de moyen de régénération de la fertilité et (ii) la surface en jachère sert de volant de terres pour absorber les fortes variations inter annuelles de la surface céréalière) :

2.1.2. RÉDUCTION 'TENDANCIELLE' DES SUPERFICIES EN 'CÉRÉALES + JACHÈRE' (UNITÉ : 1000 HA)

Année	1997-98	2010	2020
Superficie totale	2 433	2 230	1 900
Nord	1 185	1 146	1 077
Centre	883	719	458
Sud	365	365	365

Ce sont ces chiffres qui ont servi de point de départ à la construction du scénario de référence pour les horizons 2010 et 2020.

Les terres libérées par l'abandon des céréales ont été affectées principalement à la production arboricole, aux plantations fourragères (*Acacia spp.*) au Centre, aux fourrages dans la région naturelle

¹Perspectives de l'agriculture compte tenu des mutations internationales, MA- COMETE Engineering .1996.

Mogods - Kroumirie. Une petite partie est affectée à la production maraîchère dans un souci de valoriser au mieux la ressource eau, il ne s'agit plus alors de terres défavorables ou marginales, mais au contraire de bonnes terres pouvant profiter de nouvelles possibilités d'irrigation.

2.1.3. RÉ AFFECTATION 'TENDANCIELLE' DES SUPERFICIES LIBÉRÉES PAR 'CÉRÉALES + JACHÈRE'
(AUGMENTATION DES SUPERFICIES PAR RAPPORT À L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE, UNITÉ : 1000 HA)

Culture	Arboriculture		Plant. Fourrag.		Fourrages		Maraîchage	
2.1.4. ANNÉE	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020
Superficie totale	69	195	126	315	3	8	4	15
Nord	20	57	14	36	3	8	1	7
Centre	49	138	112	279	0	0	3	8
Sud	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2. Arboriculture et oléiculture

L'oléiculture est la deuxième activité agricole ; elle est en outre la source du principal secteur exportateur, sous forme d'huiles d'olives, dans la branche agro-alimentaire. Sur 2,071 millions d'hectares occupés par l'arboriculture en 1997, l'olivier en occupe plus des 3/4 (1,48 millions d'ha).

Au cours des 35 dernières années l'oléiculture, tout comme l'arboriculture, a évolué à un rythme annuel moyen de l'ordre de 3,2% par an malgré les contraintes climatiques et les caprices du marché international.

Cela étant, les perspectives de développement de la production et du commerce international des huiles d'olive tunisiennes se trouvent, outre la climatologie, fortement conditionnées par le rajeunissement des plantations². En outre elles seront influencées par la concurrence des huiles de graine importées et les incertitudes qui pèsent sur les marchés extérieurs.

En partant de telles considérations on peut admettre que la tendance à l'accroissement des superficies arboricoles et oléicoles ira en baissant. Une telle hypothèse peut être étayée par d'une part la nécessité de rajeunissement des plantations et, d'autre part, dans une certaine mesure, par l'absence de terres disponibles (sauf à recourir à de nouveaux défrichements ou à renoncer à la création de plantations fourragères).

2.2.1. ÉVOLUTION 'TENDANCIELLE' DES SUPERFICIES EN ARBORICULTURE (UNITÉ : 1000 HA)

Année	1997-98	2010	2020
Superficie totale	2 048	2 117	2 244

Ces chiffres, représentent un accroissement des surfaces de 0,30 % entre 1998 et 2010, puis de 0,55 % entre 2010 et 2020.

2.3. L'utilisation des engrais azotés

....

....

IL FAUDRAIT COMPLÉTER LE TABLEAU DE PRODUCTION VÉGÉTALE EN FONCTION DES HYPOTHÈSES DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

² 16,2% des arbres ont plus de 70 ans et seulement 11% moins sont âgés de moins de 10 ans.

3. Un scénario volontariste d'atténuation

C'est un scénario où l'abandon des terres céréalières et leur ré affectation est favorisé par des mesures politiques. Ces mesures ayant principalement pour objet d'anticiper les conséquences de l'évolution du prix des céréales à partir de 2008 et de favoriser de nouvelles utilisations des terres conformes aux besoins du pays (notamment autosuffisance en viande rouge par l'augmentation de l'élevage ainsi qu'augmentation de la production oléicole).

Principaux traits du scénario d'atténuation

- Forte dynamique de conversion des terres à l'arboriculture (oliveraies, plantations fourragères...) encouragée par des mesures spécifiques (du type primes à la conversion ou dispositif spécial de crédit)
- Organisation d'un « flux charbon » visant à réguler la situation d'excédent de l'offre dans les régions du Centre et le déficit dans le région du Nord → réduction de la pression sur le couvert végétal dans les forêts du nord
- Accroissement de l'efficacité de la gestion forestière par une meilleure appropriation par les acteurs locaux des dispositifs d'aménagement forestier
- Accroissement des surfaces plantées en essences forestières (chênes, pins....) ou fourragères (acacias...) par une augmentation de l'effort de plantation et des réformes institutionnelles allégeant le poids des contraintes du code forestier sur les plantations en milieu rural

3.1. Céréales :

Dans la pratique, il faudrait faciliter l'optimisation de l'utilisation des terres en favorisant l'abandon de 800 000 ha de terres céréalières marginales (correspondant à environ 1 200 000 ha de 'céréales +jachère') principalement dans la région de la dorsale ainsi qu'au centre du pays (quand il ne s'agit pas des productions intercalaires de la région du Sahel).

3.1.1. RÉDUCTION 'VOLONTARISTE' DES SUPERFICIES EN 'CÉRÉALES +JACHÈRE' (UNITÉ : 1000 HA)

Année	1997-98	2010	2020
Superficie totale	2 433	1 967	1 194
Nord	1 185	1 028	758
Centre	883	574	71
Sud	365	365	365

Ce sont ces chiffres qui ont servi de point de départ à la construction du scénario 'd'atténuation volontariste' pour les horizons 2010 et 2020.

Les terres libérées par l'abandon des céréales ont été ré affectées selon les mêmes principes généraux que pour le scénario tendanciel.

3.1.2. RÉ AFFECTATION 'VOLONTARISTE' DES SUPERFICIES LIBÉRÉES PAR 'CÉRÉALES +JACHÈRE' (AUGMENTATION DES SUPERFICIES PAR RAPPORT À L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE, UNITÉ : 1000 HA)

Culture	Arboriculture		Plant. Fourrag.		Fourrages		Maraîchage	
	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020
3.1.3. A NNÉ E								
Superficie totale	183	470	224	589	5	14	17	42
Nord	66	165	49	123	5	14	6	15
Centre	117	305	175	466	0	0	11	27
Sud	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2. Arboriculture et oléiculture

La contrainte 'ressource en terres' pour l'extension de l'arboriculture (principalement oléiculture) est en grande partie levée (par des mesures spécifiques, qui peuvent être des primes de reconversion ou des instruments de crédit adaptés) dans ce scénario volontariste comme le montre le tableau ci-dessous :

3.2.1. ÉVOLUTION 'VOLONTARISTE' DES SUPERFICIES EN ARBORICULTURE (UNITÉ : 1000 HA)

Année	1997-98	2010	2020
Superficie	2 048	2 231	2 518

Ces chiffres, qui ont servi de base à la construction du scénario de référence pour les horizons 2010 et 2020, représentent en effet un accroissement des surfaces vers l'arboriculture de 0,75 % entre 1998 et 2010, puis de 1,25 % entre 2010 et 2020.

3.3. L'utilisation des engrais azotés

....

....

LA AUSSI, IL FAUDRAIT RÉALISER UN TABLEAU DE PRODUCTION VÉGÉTALE EN FONCTION DES HYPOTHÈSES DU SCÉNARIO VOLONTARISTE

4. Évaluation des scénarios agricoles du point de vue de leurs effets sur les gaz à effet de serre

4.1. Méthode générale suivie pour les calculs

Pour apprécier les effets des deux scénarios de changement d'utilisation des terres sur l'émission et/ou séquestration de carbone, nous avons construit un tableau d'utilisation des terres pour l'année de base (1997-98), puis pour chacun des scénarios aux horizons 2010 et 2020.

Ce sont ces tableaux qui ont servi de base à tous les calculs.

4.2. Tableaux d'utilisation des terres

Nous avons adopté la démarche suivante

- **catégories d'utilisation des terres** : les céréales sont traditionnellement associées à une plus ou moins grande superficie de jachère, c'est donc la superficie totale (céréales + jachère) que nous avons considérée pour les reconversions potentielles. Chaque tableau comprend les rubriques d'utilisation des terres suivantes : céréales+jachère, fourrages, légumineuses, maraîchage, arboriculture, autres cultures, forêts, parcours. Les chiffres retenus pour l'année de base (1998) sont ceux de l'Annuaire des statistiques agricoles 1999 (campagne 1997-98) ;
- **régionalisation du tableau d'utilisation des terres** : nous avons construit le tableau de l'utilisation des terres en année de base (1998) en individualisant chaque gouvernorat, et même souvent chaque partie de gouvernorat, pour tenir compte des principales régions naturelles (34 subdivisions géographiques). La répartition des surfaces par sous région à l'intérieur d'un gouvernorat a été faite « à dire d'expert ».
- **prise en compte des scénarios** : pour le calcul des superficies correspondant aux différents scénarios envisagés, les surfaces céréales+jachères de l'année de base ont été multipliées par un coefficient k ($k \leq 1$) dépendant à la fois du gouvernorat (ou partie de gouvernorat) concerné et du scénario envisagé. Les surfaces libérées par l'abandon des céréales étant réaffectées à d'autres utilisations au moyen de coefficients de conversion dont la somme est égale à l'unité pour un gouvernorat, ou partie de gouvernorat (travail à surface agricole totale constante).

Les changements d'utilisation des terres envisagés, et portant sur des superficies significatives, sont en nombre limité :

céréales+jachère	→	arboriculture (oléiculture surtout)
céréales+jachère	→	fourrages cultivés (Nord uniquement)
céréales+jachère	→	plantations fourragères (parcours amélioré à <i>Acacia spp.</i>)
céréales+jachère	→	maraîchage

Les superficies concernées par ces changements ont été indiquées plus haut pour chaque grande région (Nord, Centre, et Sud), par scénario (référence et volontariste), et pour chacun des horizons (2010 et 2020).

4.3. Calcul des émissions séquestrations de carbone

Ces superficies affectées par les changements d'utilisation des terres ont ensuite été utilisées dans les tableaux de calculs proposés par l'IPCC pour estimer les émissions/stockage de carbone sous forme de CO₂. Ces émissions correspondent soit à des variations de biomasse, soit à des variations de stock de carbone organique du sol (COS) :

- variations de biomasse : elles sont calculées soit à partir d'un incrément annuel de biomasse à l'hectare (cas des plantations fourragères), soit à partir d'un incrément annuel de biomasse pour 1000 arbres (cas des plantations arboricoles, olivier notamment). Ce sont donc directement des estimations des variations annuelles.
- des variations de stock de COS calculées à partir des stocks de carbone dans les 30 premiers centimètres pour chaque utilisation du sol aux années 't-20', ici 1998, et 't', ici 2020. Ces variations de stock de COS sont donc calculées sur 20 ans (en réalité 22), puis peuvent être ramenées à des variations annuelles. Il ne serait pas correct d'utiliser la même méthode pour une période plus courte (par exemple 1998-2010), car c'est une durée jugée insuffisante pour atteindre un équilibre entre une utilisation donnée du sol et le taux de COS.

Variations de biomasse

Les variations de stocks biomasse n'ont été prises en compte que pour l'arboriculture et les plantations fourragères (*Acacia spp.*).

Les nouvelles plantations arboricoles ont été considérées comme étant principalement des oliveraies (ce qui constitue bien sûr une approximation, mais cette approximation est vraisemblablement peu susceptible d'influer sur le résultat des calculs de bilan carbone). Les densités de plantations suivantes ont été adoptées pour calculer le nombre d'arbres : 200 pieds/ha au Nord et 64 pieds/ha au Centre. Un taux moyen annuel d'accroissement net en matière sèche de 0,041 kt ms/1000 arbres et une équivalence de 0,5 kt de C pour 1,0 kt de matière sèche ont été retenus pour estimer la séquestration de carbone par les extensions arboricoles aux deux horizons considérés.

Pour les plantations fourragères, la méthode de calcul est plus simple puisque l'on ne prend en compte qu'un accroissement annuel de matière sèche à l'hectare moyen. Pour ces plantations, localisées principalement dans la région centrale, un incrément de 0,72 kt/ha/an a été retenu.

Les résultats de ces calculs sont regroupés dans le tableau suivant.

4.3.1. SÉQUESTRATION DE CARBONE PAR LA BIOMASSE POUR LES DEUX SCÉNARIOS (UNITÉ : KT C)

Spéculation	Arboriculture		Plant. Fourrag		Arbo. + Pl. Four.	
	2010	2020	2010	2020	2010	2020
4.3.2. ANNÉE						
Scénario de référence						
Fixation de carbone par la biomasse	148	417	35	87	183	504
Scénario volontariste						
Fixation de carbone par la biomasse	424	1 076	70	181	494	1 257

Il y a donc, pour les deux scénarios, un effet séquestration de carbone par la biomasse assez important. Il est principalement dû à l'extension de l'arboriculture bien que les superficies ré affectées aux plantations fourragères soient plus importantes que celles ré affectées à l'arboriculture.

Variations des stocks de COS

Estimations préalables au calcul des stocks

Pour calculer des stocks de carbone à l'équilibre pour les principaux types d'utilisations des terres concernés par notre étude, nous nous sommes basés sur la méthodologie IPCC qui propose de calculer un stock de carbone à l'équilibre pour les 30 centimètres supérieurs du profil en partant du même stock sous végétation naturelle dans les mêmes conditions bio-climatiques.

Les stocks sous végétation naturelle sont fournis par des tables. Pour cette étude, ils ont été légèrement précisés 'à dire d'expert'.

Le type de sol intervient ensuite sous forme de grandes catégories (high activity clay soils et sandy soils pour la Tunisie). Ne disposant pas d'informations texturales très précises par gouvernorat et/ou sous région, nous avons considéré que les sols du Nord étaient plutôt de type 'high activity clay soils', c'est-à-dire possédant une fraction argileuse à capacité d'échange relativement importante (ce qui correspond assez bien aux sols rencontrés dans cette région : Alfisols, Vertisols, Mollisols). En revanche, pour la zone Centre, les sols ont été considérés comme sableux (ce qui correspond aussi assez bien aux sols dominants dans cette région : Entisols et Aridisols).

Nous avons ensuite comparé les chiffres obtenus à ceux publiés par Batjes³ et constaté une bonne convergence bien que l'étude de Batjes ne soit pas destinée à fournir des chiffres pour les inventaires nationaux.

Pour préciser tout cela, l'idéal serait bien évidemment de constituer une base de données des analyses pédologiques réalisées sur l'ensemble du territoire tunisien, il s'agit bien évidemment d'une tâche qui dépasse le cadre de notre travail.

Les stocks de COS sur 30 cm correspondant aux principales utilisations des terres sont rassemblés dans la feuille de calcul suivante (reprenant partiellement la terminologie anglophone de l'IPCC) :

4.3.3. STOCKS DE COS SUR 30 CM ET COEFFICIENTS UTILISÉS POUR LES CALCULS (EN T C PAR HA)

Utilisation du sol	Type de sol	COS sous vég. Naturelle	Base Factor	Tillage factor	Input Factor	COS par type d'utilisation
Grassland (fourrage)	High activity	67.50	1.00	sans objet	sans objet	67.50
	Low activity					
	Sandy	29.25	n'existe pas	sans objet	sans objet	
Grain (céréales + jachère)	High activity	67.50	0.70	1.00	1.00	47.25
	Low activity					
	Sandy	29.25	0.70	1.05	0.90	19.35
Other system (arboriculture oliviers)	High activity	67.50	0.70	1.00	0.90	42.53
	Low activity					
	Sandy	29.25	0.70	1.00	0.90	18.43
Other system (plantations fourragères)	High activity	67.50	0.90	sans objet	sans objet	60.75
	Low activity					
	Sandy	29.25	0.90	sans objet	sans objet	26.33
Other system (maraîchage)	High activity	67.50	0.70	1.00	1.10	51.98
	Low activity					
	Sandy	29.25	0.70	1.00	1.10	22.52

Ce tableau, et la méthode de calcul qui lui est associée, permettent de faire les deux remarques suivantes :

³ N. H. Batjes, 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, **47**, 151-163.

- la subdivision climatique retenue pour l'ensemble de la Tunisie est la catégorie 'Warm Temperate Dry' de l'IPCC, il serait possible, dans une étape future d'affinement des estimation de classer une partie (pluviosité annuelle localement supérieure à 1000 mm) de la Mogods – Kroumirie en catégorie 'Warm Temperate moist' ; ceci aurait pour résultat de faire passer le stock de carbone sous végétation naturelle d'environ 70 à environ 110 t C/ha sur 30 cm et de modifier tous les taux de cette sous région.
- Selon les coefficients proposés, l'adoption de la technique de culture des céréales sans labour avec utilisation d'une plante de couverture serait susceptible de faire passer le stock de 47,25 à 57,17 tC/ha (tillage input factors passant à 1,1), soit une augmentation d'environ 20 % des stocks pour les superficies adoptant cette technique en cours d'expérimentation.

Ces chiffres nous ont aussi permis de calculer les variations de stocks du COS à l'horizon 2020 (il n'est pas possible –car incompatible avec les hypothèses qui sous tendent la méthode- de faire le même calcul à l'horizon 2010.

4.3.4. VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ORGANIQUE DES SOLS POUR LES DEUX SCÉNARIOS À L'HORIZON 2020 (UNITÉ : Tg C/20 ANS)

Spéculation	Cérééal.	Arbo.	Four.	Pl. Four.	Maraîch.	Total
Scénario de référence						1,171
Nord	-6,187	2,438	0,519	2,174	0,385	
Centre	-8,227	2,550		7,338	0,182	
Scénario volontariste						1,145
Nord	-18,108	7,009	0,921	7,500	0,770	
Centre	-15,432	5,616		12,264	0,606	

Les changements d'utilisation des terres n'affectent donc qu'assez modestement les stocks de carbone organique des sols, de l'ordre de 57,5 tC/an ce qui représente moins du dixième des variations enregistrées dans la biomasse des plantations.

En ce qui concerne ces variations, les deux scénarios sont de plus pratiquement équivalents, du moins quand on les considère globalement. Si l'on s'intéresse à la distribution géographique des gains et des pertes pour les deux scénarios, les sols du Nord ont tendance à perdre du carbone et ceux du Sud à en gagner, pertes et gains restant toutefois modestes.

5. Les forêts naturelles et les plantations forestières

5.1.Méthode

Deux situations ont été prises en considération. La première est celle d'un programme de boisement sur les steppes et garrigues/maquis des trois régions (Nord, Centre, Sud). Connaissant les accroissements nets moyens par espèces et par régions, une matrice de transfert entre catégories de terres forestières a été élaborée, suivant la même méthode que pour les terres agricoles.

Le **scénario de référence** retenu s'est basé sur les objectifs de l'administration en matière de reboisement (surfaces prévues) avec un taux de réalisation (surfaces plantées / objectifs) de 65 %.

Le **scénario d'atténuation** a considéré un taux de réalisation de 75 %, soit 10 points de plus que dans le scénario de référence. Ce scénario d'atténuation est basé sur des améliorations institutionnelles et sur une réforme de la réglementation forestière, conduisant à une meilleure implication des acteurs locaux dans la réalisation des plantations et à une meilleure mobilisation des terres pour la réalisation des plantations prévues (par exemple les parcours collectifs). Il peut aussi découler d'un renforcement des moyen de l'administration forestière et de la formation de ses agents.

La seconde situation est celle d'une meilleure gestion des forêts naturelles, par l'accroissement des surfaces sous aménagement. Le scénario de référence se fonde sur la planification des aménagements effectuée par l'administration, en adoptant un taux de réalisation de 70 % pour la période allant jusqu'à 2010 et 80 % pour la période 2010-2020. L'accroissement de la productivité des forêts aménagées a

été estimée à 10 % pour la période 1997-2010 par rapport à une forêt non aménagée. Dans le scénario d'atténuation, on considère que cette productivité s'accroît d'encore 10 % par une meilleure maîtrise de l'aménagement forestier, la réalisation des travaux d'éclaircie, etc. Les taux de réalisation des surfaces aménagées ne varient pas entre le scénario de référence et le scénario d'atténuation, on considère simplement que l'aménagement est mieux appliqué par une meilleure maîtrise de l'administration dans la mise en œuvre d'aménagement intégrés et participatifs.

5.2. Les résultats

En ce qui concerne les plantations forestières, le scénario de référence fait ressortir un accroissement annuel de biomasse (matière sèche) de 650 000 tonnes en 2010 (325 000 t C), par l'accroissement de la surface plantée en eucalyptus, acacias, résineux et feuillus, au détriment des steppes et maquis ou garrigues.

Le scénario d'atténuation (taux de réalisation additionnel de 10%, soit de 65 % à 75 %) fait apparaître un chiffre d'accroissement annuel de 690 000 t par an, soit une contribution additionnelle d'environ 30 000 t/an. Converti en carbone, cela fait environ 15 000 t à 16 000 t de C/an.

Les données sur d'éventuelles plantations sur la période 2010 – 2020 n'étaient pas connues.

REALISATIONS (scénario de référence, 2010)	En hectares			REALISATIONS (scénario atténuation, 2010))	En hectares		
Plantations	Nord	Centre	Sud	Plantations	Nord	Centre	Sud
Acacias venant de garrigues	52 000	39 813	0	Acacias venant de garrigues	60 000	45 938	0
Acacias venant de steppes	13 000	39 813	24 375	Acacias venant de steppes	15 000	45 938	28 125
Eucalyptus venant de garrigues	19 110	10 725	0	Eucalyptus venant de garrigues	22 050	12 375	0
Eucalyptus venant de steppes	0	10 725	10 238	Eucalyptus venant de steppes	0	12 375	11 813
Feuillus venant de garrigues	8 190	4 607	0	Feuillus venant de garrigues	9 450	5 316	0
Feuillus venant de steppes	0	4 607	4 388	Feuillus venant de steppes	0	5 316	5 063
Résineux venant de garrigues	11 700	6 581	0	Résineux venant de garrigues	13 500	7 594	0
Résineux venant de steppes	0	6 581	0	Résineux venant de steppes	0	7 594	0

Scénario Référence				Scénario atténuation			
	Ha plantés	Accrois. Annuel (t ms)	Accrois. Annuel (t C)	Ha plantés	Accrois. Annuel (t ms)	Accrois. Annuel (t C)	Additionnalité du scénario d'atténuation (t C)
NORD	104 000	501 000	250 000	120 000	520 000	260 000	10 000
CENTRE	123 000	144 000	72 000	142 000	153 000	76 500	4 500
SUD	39 000	11 900	6 000	45 000	13 500	7 250	1 250
Total			328 000			343 750	15 750

Pour l'aménagement des forêts naturelles, les prévisions retenues pour bâtir le scénario de référence indiquent que 330 000 hectares nouveaux pourraient être aménagés en 2010, et 170 000 hectares supplémentaires le seraient sur la période 2010 – 2020, soit un total d'environ 500 000 hectares aménagés à l'horizon 2010 (surfaces nouvellement aménagées ou surfaces ré-aménagées). Comme signalé dans la méthodologie, les surfaces ne varient pas dans le scénario d'atténuation par rapport au scénario de référence. On considère que l'aménagement est mieux conçu, mis en œuvre et approprié par les acteurs locaux, et que la productivité des forêts ainsi aménagées est accrue de 10 % par rapport aux aménagements du scénario de référence.

Les surfaces aménagées (scénario de référence) pourraient représenter une croissance annuelle de biomasse de 625 000 t MS en 2010 et 660 000 t MS en 2020. Dans le cadre du scénario d'atténuation, ces valeurs sont portées respectivement à 666 000 t et 716 000 t. La contribution additionnelle

annuelle liée à la mise en œuvre du scénario d'atténuation serait de 41 000 t en 2010 et 56 000 t en 2020 (soit 20 000 t C et 28 000 T C respectivement).

5.2.1. LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

Prévision d'aménagement

(hypothèses retenue, 70 % de réalisation jusqu'en 2010, et 80 % sur la période 2010-2020).

En hectares	Couvert forestier existant	Nouvelles plantations prévues	Forêts aménagées en 2010	Forêts aménagées en 2010-2020	TOTAL Forêts aménagées
- Acacia	65 896	169 000	10 080	51 007	61 087
- Eucalyptus	38 582	51 000	74 648	10 000	84 648
- Feuillus	104 643	21 800	69 552	34 004	103 556
- Résineux	395 807	24 800	179 200	34 004	213 204
Total	604 928(*)		333 480	170 022	462 495

(*) dont officiellement 400 000 ha aménagés, mais mise en œuvre très inégale

Les hypothèses d'accroissement net de biomasse (matière sèche) sont les suivantes :

	Nord	Centre	Sud
- Acacia	1.0863	0.4908	0.0430
- Eucalyptus	2.6263	0.7673	0.9089
- Feuillus	1.7037	0.1018	0.0826
- Résineux	0.5490	0.3167	0.1570

Ces bilans nets d'accroissement ont été calculés par l'équipe d'AED Consult, ils intègrent les différents types de prélèvement et les feux de forêt.

Bilan en termes d'accroissement annuel de biomasse (matière sèche) pour l'horizon 2010

En T MS/an	Accroissement sur forêts non aménagées en 2010	Accroissement sur forêts aménagées en 2010	Accroissement annuel total en 2010 sur forêts
- Acacia	40 188	7 983	48 171
- Eucalyptus	0	184 754	184 754
- Feuillus	56 848	123 942	180 790
- Résineux	110 470	100 531	211 001
Total	207 505	417 210	624 715

Bilan en termes d'accroissement annuel de biomasse (matière sèche) pour l'horizon 2010

En T MS/an	Accroissement sur forêts non aménagées en 2020	Accroissement sur forêts aménagées en 2020	Accroissement annuel total en 2020 sur forêts
- Acacia	3 463	48 381	51 843
- Eucalyptus	0	209 504	209 504
- Feuillus	1 761	184 538	186 298
- Résineux	93 127	119 608	212 735
Total	98 351	562 030	660 381

5.2.2. LE SCÉNARIO D'ATTÉNUATION

(hypothèse d'un accroissement de 10 % de la croissance annuelle de biomasse par rapport aux aménagements du scénario de référence)

En T MS/an	Accroissement sur forêts non aménagées en 2010	Accroissement sur forêts aménagées en 2010	Accroissement annuel total en 2010 sur forêts
- Acacia	40 188	8 782	48 969
- Eucalyptus		203 229	203 229
- Feuillus	56 848	136 336	193 184
- Résineux	110 470	110 584	221 054
Total	207 505	458 931	666 436

En T MS/an	Accroissement sur forêts non aménagées en 2020	Accroissement sur forêts aménagées en 2020	Accroissement annuel total en 2020 sur forêts
- Acacia	3 463	53 219	56 681
- Eucalyptus		230 454	230 454
- Feuillus	1 761	202 991	204 752
- Résineux	93 127	131 568	224 696
		0	0
Total	98 351	618 233	716 583

5.3.Récapitulatif forêts et plantations forestières

Capacité annuelle de stockage de carbone des forêts tunisiennes (hors plantations effectuées après 1997)

	En t ms / an	En t C / an
2010 « scénario de référence »	624 715	312 358
2010 « Atténuation »	666 436	333 218
Capacité additionnelle (atténuation / scénario de référence)	+ 41 721	+ 20 861
2020 « scénario de référence »	660 381	330 191
2020 « Atténuation »	716 583	358 292
Capacité additionnelle (atténuation / scénario de référence)	+ 56 202	+ 28 101

Capacité annuelle de stockage des plantations projetées

	En t ms / an	En t C / an
2010 « scénario de référence »	656 000	328 000
2010 « Atténuation »	686 000	343 000
Capacité additionnelle (atténuation / scénario de référence)	+ 30 000	+ 15 000

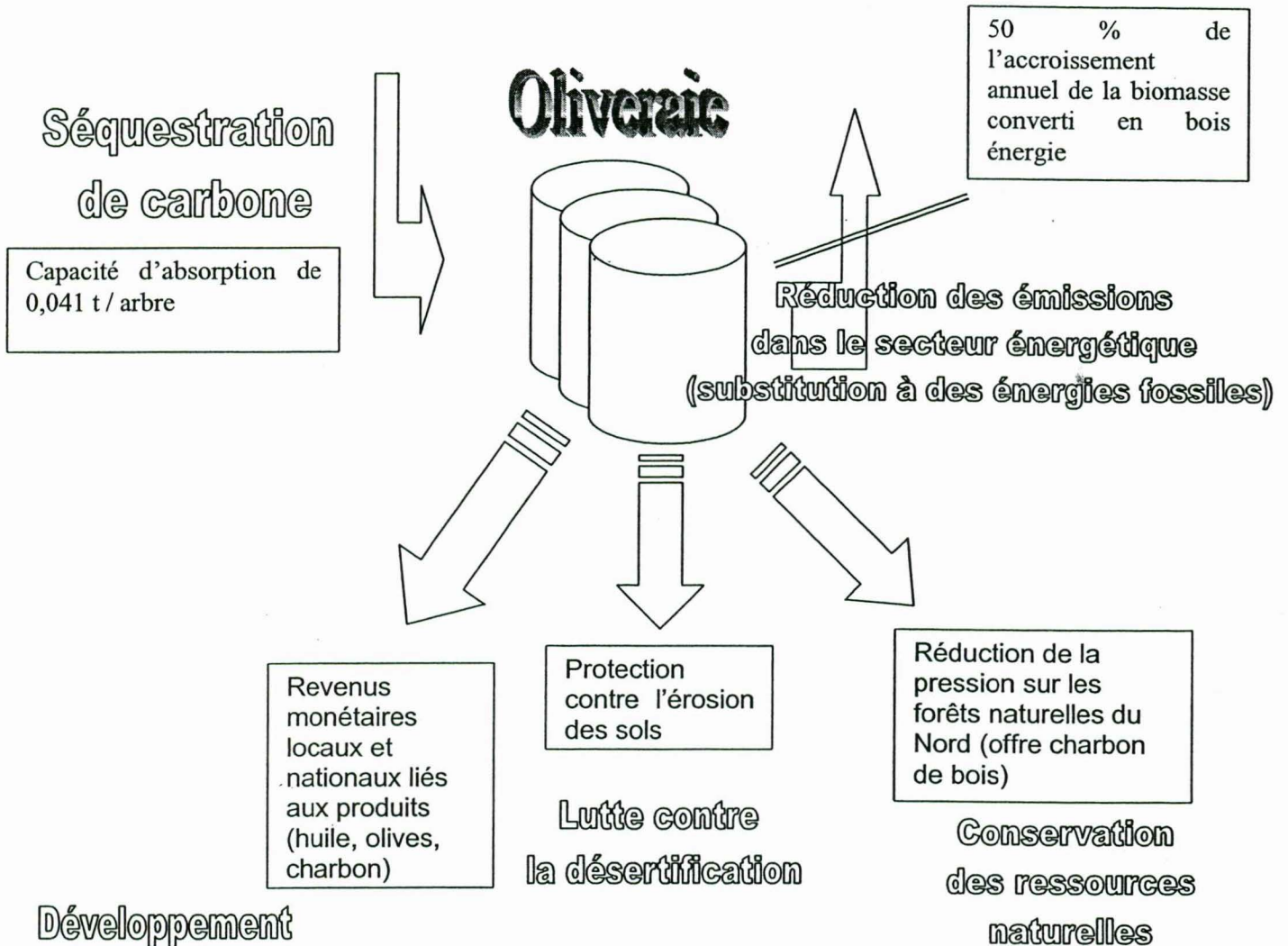
Au total, les mesures envisagées pour l'établissement de nouvelles plantations et pour l'aménagement des forêts existantes devraient induire un accroissement de la capacité de stockage du carbone atmosphérique de l'ordre de 640 000 t par an. Compte tenu des hypothèses adoptées (taux de réalisation des actions projetées relativement élevés) et des contraintes liées à l'extension des surfaces forestières en Tunisie (climat semi-aride dans de nombreuses régions, contraintes foncières, capacités limitées de l'administration forestière...), le scénario d'atténuation n'envisage pas des évolutions spectaculaires, tout au plus un accroissement des réalisations de surfaces plantées et une meilleure mise en œuvre des aménagements dans les forêts existantes. La capacité additionnelle de séquestration liée à la mise en œuvre de mesures spécifiques (probablement des réformes institutionnelles et réglementaires) ne se traduit que par un gain de **moins de 45 000 t de carbone supplémentaires** par an. Cette option, si elle n'est pas à négliger, semble cependant moins efficace que celle d'un développement d'une arboriculture à usages multiples dans le cadre d'une évolution de la spécialisation des terres agricoles

6. Bilan consolidé secteur agriculture forêt

Dans le cadre du scénario d'atténuation, le « bilan carbone consolidé » (séquestration ou réduction des émissions additionnelle par rapport au scénario de référence) s'établit comme suit :

	Agriculture/ arboriculture		Forêts/ Plantations forestières	
	2010	2020	2010	2020
Fixation annuelle de carbone par la biomasse	+ 311 000 t	+ 750 000 t	+ 71 000 t	Non calculé (manque de données)
Variation annuelle de stock de carbone dans les sols	Non calculable	+ 57 000 t		
	compte tenu de la méthode			

Les bénéfices multiples liés à l'option de développement de l'oliveraie



7. Conclusion

L'évolution tendancielle du secteur agriculture – forêt accroît la capacité des agro-écosystèmes de Tunisie du point de vue de la séquestration du carbone. Les contraintes dans les changements d'utilisation des sols en Tunisie viennent de la disponibilité en eau (pluviométrie, capacité d'irrigation) et du foncier (accroissement de l'espace urbain, terres collectives de parcours dans le Sud et le Centre qui limitent la flexibilité), elles viendront peut-être demain également de la main d'œuvre agricole (exode rural accompagné de signes de déprise agricole). Parmi les différentes options dans ce secteur, il apparaît que le développement de l'arboriculture à usages multiples (oléicole, fourrager, fruitier, énergétique...) constitue l'option la plus intéressante tant du point de vue de la capacité additionnelle de séquestration de carbone dans l'agro-écosystème que des bénéfices en termes de développement rural ou de fourniture de bois-énergie (87 % de la croissance de l'offre de bois-énergie d'ici 2010 devrait provenir de l'arboriculture), voire de bois de service (voir schéma avec l'exemple de l'olivieraie page précédente). Le développement de l'olivieraie et les plantations d'arbres fourragers pour l'amélioration des parcours dans la perspective d'un accroissement de l'élevage (aux dépens de la céréaliculture) semblent constituer les sous-options les plus intéressantes. Dans le registre de l'innovation, le développement de plantations de jojoba dans les zones du Sud pourrait, le cas échéant, constituer une option intéressante pour la séquestration de carbone, les revenus en milieu rural et la substitution à des produits pétroliers (huile de jojoba).

Le développement de plantations d'arbres forestiers devrait apporter une contribution plus limitée à cet accroissement de la capacité de stockage de l'agro-écosystème, du fait des contraintes d'apport en eau, des disponibilités foncières plus limitées pour ce type d'usage des sols et du caractère moins large des bénéfices (revenus agricoles) potentiels pour les ruraux, par rapport à l'arboriculture. Du fait de la surface limitée des forêts naturelles, l'amélioration de la gestion des forêts naturelles attendu avec le développement de l'aménagement des massifs du Nord, devrait apporter une contribution relativement modeste à l'accroissement de ces capacités de séquestration.

Les effets du changement d'utilisation des terres sur la capacité des sols à stocker du carbone organique sont également limités.

Un scénario volontariste d'accroissement des capacités de séquestration du secteur rural aura d'autant plus de chance de se réaliser qu'il s'appuie sur une dynamique de changement amorcée. Si les tendances à l'intensification et les changements associés en matière d'utilisation des sols s'accéléraient avec la libéralisation des échanges agricoles, l'option d'un développement additionnel de l'arboriculture lié à une spécialisation plus poussée des terres agricoles (avec recentrage de la céréaliculture sur les sols les plus propices), le potentiel de réalisation d'un scénario volontariste d'atténuation additionnelle sera élevé.

Annexes :

Annexe 1 : Table récapitulative des changements d'utilisation des terres agricoles en Tunisie aux horizons 2010 et 2020

Annexe 2 : Matrice récapitulative des changements du couvert forestier en Tunisie, horizon 2010

Annexe 3 : Note relative aux enjeux de la prise en compte des puits dans le mécanisme de développement propre

1998

Scénario de référence

2010

	Cér+Jach	Δ Fourrage	Δ Arboricul	Δ Planta. Four.	Δ Maraîch
Nord	1 146 461	2 856	20 263	13 989	1 481
Centre	719 419	0	49 263	112 246	2 692
Sud	364 510	0	0	0	0
TOTAL	2 230 390	2 856	69 526	126 235	4 173

2020

	Cér+Jach	Δ Fourrage	Δ Arboricul	Δ Planta. Four.	Δ Maraîch
Nord	1 076 832	7 696	57 338	35 780	7 405
Centre	458 433	0	138 382	278 731	8 075
Sud	364 510	0	0	0	0
TOTAL	1 899 774	7 696	195 720	314 510	15 480

Séquestration additionnelle en 2010

Densité oliv	Arbo (nb arbres)	Incrément MS/an	
200	4 052 638	1.086	15 192
64	3 152 819	0.490	55 001
16	0	0.429	0
nb arbres	7 205 457		
ms	295 424		70 193
	TC/an		182 808

Séquestration additionnelle en 2020

Densité oliv	Arbo (nb arbres)	Incrément MS/an	
200	11 467 580	1.086	38 857
64	8 856 432	0.490	136 578
16	0	0.429	0
nb arbres	20 324 012		
ms	833 284		175 435
	TC/an		504 360

Scénario atténuation

2010

	Cér+Jach	Δ Fourrage	Δ Arboricul	Δ Planta. Four.	Δ Maraîch
Nord	1 028 442	5 455	65 929	49 385	5 924
Centre	574 261	0	117 224	175 390	10 767
Sud	364 510	0	0	0	0
TOTAL	1 967 213	5 455	183 153	224 774	16 691

Séquestration additionnelle en 2010

Densité oliv	Arbo (nb arbres)	Incrément MS/an	
200	13 185 884	1.086	53 632
64	7 502 320	0.490	85 941
16	0	0.429	0
nb arbres	20 688 204		
ms	848 216		139 573
	TC/an		493 894

2020

	Cér+Jach	Δ Fourrage	Δ Arboricul	Δ Planta. Four.	Δ Maraîch
Nord	758 405	13 637	164 824	123 461	14 810
Centre	71 107	0	304 771	465 876	26 918
Sud	364 510	0	0	0	0
TOTAL	1 194 023	13 637	469 595	589 338	41 728

Séquestration additionnelle en 2020

Densité oliv	Arbo (nb arbres)	Incrément MS/an	
200	32 964 710	1.086	134 079
64	19 505 363	0.490	228 279
16	0	0.429	0
nb arbres	52 470 073		
ms	2 151 273		362 358
	TC/an		1 256 816

	NORD			CENTRE			SUD			Proj. 2010			
	Acacias	Eucalyptus	Feuillus	Pins	Garrigues	Steppes	Acacias	Eucalyptus	Feuillus		Pins	Garrigues	Steppes
NORD	28 184	0	0	0	56 488	14 122	0	0	0	0	0	0	98 794
Acacias	0	75 899	0	0	50 183	0	0	0	0	0	0	0	126 082
Eucalyptus	0	0	151 732	0	13 953	0	0	0	0	0	0	0	165 885
Feuillus	0	0	0	104 207	6 423	0	0	0	0	0	0	0	110 630
Pins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garrigues et maquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steppes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTRE	0	0	0	0	0	0	14 666	0	0	0	0	0	0
Acacias	0	0	0	0	0	0	0	19 540	0	0	0	0	53 746
Eucalyptus	0	0	0	0	0	0	5 454	8 228	0	0	0	0	21 910
Feuillus	0	0	0	0	0	0	0	469	0	0	0	0	1 821
Pins	0	0	0	0	0	0	883	2 084	0	0	0	0	67 257
Garrigues et maquis	0	0	0	0	0	0	0	65 174	0	0	0	0	0
Steppes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acacias	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0	1 048	1 159
Eucalyptus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	518	0	9 304	9 922
Feuillus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	362	676
Pins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	0
Garrigues et maquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steppes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Base 1997	28 184	75 899	151 732	104 207	127 047	14 122	14 666	5 454	883	65 174	30 321	28 237	657 816

	NORD			CENTRE			SUD								
	Acacias	Eucalyptus	Feuillus	Pins	Garrigues	Steppes	Acacias	Eucalyptus	Feuillus	Pins	Garrigues	Steppes	Proj. 2010	Δ MS	Δ IC
NORD	28 184	0	0	0	65 178	16 295	0	0	0	0	0	0	109 657	10 863	5 432
Acacias	0	75 899	0	0	57 903	0	0	0	0	0	0	0	133 803	7 720	3 860
Eucalyptus	0	0	151 732	0	16 100	0	0	0	0	0	0	0	167 831	2 147	1 073
Feuillus	0	0	0	104 207	7 412	0	0	0	0	0	0	0	111 618	988	494
Pins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garrigues et maquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steppes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acacias	0	0	0	0	0	0	14 666	0	0	0	0	0	59 758	6 012	3 006
Eucalyptus	0	0	0	0	0	0	0	5 454	0	0	0	0	24 442	2 532	1 266
Feuillus	0	0	0	0	0	0	0	883	0	0	0	0	1 965	144	72
Pins	0	0	0	0	0	0	0	0	65 174	2 404	0	0	67 578	321	160
Garrigues et maquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steppes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acacias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 209	1 320	81
Eucalyptus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 735	11 253	716
Feuillus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	0	0	418	732	28
Pins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	0	0	0
Garrigues et maquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steppes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Base 1997	28 184	75 899	151 732	104 207	146 593	16 295	14 666	5 454	883	65 174	34 986	32 581	690 192	32 376	16 188

ANNEXE III

Le potentiel du mécanisme de développement propre dans le développement de la foresterie et du secteur rural

Le mécanisme de développement propre, issu du Protocole de Kyoto, doit permettre à des États ou des entités privées de pays industrialisés d'obtenir des certificats de réduction d'émission (CRE) en finançant des projets de réduction d'émissions dans les pays en voie de développement. Les CRE acquis de cette manière seraient comptabilisés comme contribution à la réalisation des objectifs de réduction d'émissions du pays industrialisé (ou de l'entité ayant acquis les CRE).

Le MDP devrait donc être l'occasion de transferts de fonds et/ou de technologie entre pays, ou entre une firme et un pays. La référence explicite au développement différencie fondamentalement les MDP de la « mise en œuvre conjointe », cette dernière étant conçue simplement dans le Protocole de Kyoto comme un moyen pour les pays de l'annexe 1 (ou les firmes) de réaliser à moindre coût leurs engagements de réduction d'émission. Contrairement aux opérations de MOC qui ne peuvent débuter avant l'entrée dans la période d'engagement de 2008 pour les pays de l'Annexe 1, les « parties » peuvent obtenir des CREs avant cette période.

Les pays du groupe 77 et la Chine qui ont opposé le principe du MDP à la MOC attendent beaucoup de la mise en œuvre de ces mécanismes, en termes de transfert de fonds et de technologies, bien que certains d'entre eux redoutent que ces transferts puissent venir se substituer à l'aide publique au développement. Les pays africains sont très intéressés par la perspective de bénéficier de flux d'investissements pour la constitution ou la gestion de « puits de carbone » liés à des activités forestières. Mais un certain nombre de pays de l'Union Européenne se montrent réservés sur l'utilisation des MDP, comme ils l'étaient également pour les mécanismes de MOC, dont ils appréhendent les possibles effets pervers. En effet, MDP et MOC ne sont pas conçus comme des mesures additionnelles aux efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre que devraient entreprendre les pays industrialisés. Ainsi, un pays de l'Annexe 1 pourrait remplir entièrement ses objectifs en acquérant des réductions certifiées, sans diminuer ses émissions domestiques.

La question est particulièrement aiguë en ce qui concerne la prise en compte des « puits de carbone ». Les activités de « boisement, reboisement et déboisement » sont mentionnées dans le protocole de Kyoto aux articles 3.3 et 3.4, dans la mesure où elles servent à déterminer les émissions de GES des pays de l'annexe I sur une période de référence. Par contre, l'article 12 qui pose les bases du MDP ne mentionne ni n'exclut les « puits ». Adversaires et partisans de la prise en compte des « puits » pour l'obtention de « crédits carbone » dans le cadre du MDP s'opposent.

Les premiers font valoir l'absence d'équivalence entre une tonne de CO₂ émise et une tonne « séquestrée ». Alors que les émissions de CO₂ sont irréversibles, les activités de séquestration sont « réversibles », en ce sens que le temps de résidence du carbone dans les écosystèmes terrestres varie entre 1 an (savanes) et 30 – 80 ans (forêts tropicales ou boréales). De plus, les puits (par exemple une plantation) peuvent être anéantis rapidement par les incendies, les changements d'utilisation des terres, etc. En outre, un certain nombre d'ONG redoutent que les industries aient massivement recours aux projets forestiers dans les pays en développement sans réduire leurs propres émissions. L'UE a adopté en juin 2000 une position officielle rejetant l'inclusion des puits dans le cadre du MDP. Un pays comme le Brésil s'oppose également à la prise en compte des puits, pour conserver sa marge de manœuvre vis-à-vis de l'utilisation de l'Amazonie.

Les partisans de la prise en compte des puits mettent l'accent sur la contribution importante que peuvent constituer les puits dans l'atténuation du changement climatique, même si le stockage est provisoire et réversible. Alors que les émissions fossiles dépassent les 6 Gt C/an⁴, que la déforestation

⁴ 6,3 ± 0,6 Gt C sur la période 1989 – 1998

et les changements d'usage des terres représentent des émissions de 2 Gt (dont $1,6 \pm 0,1$ pour la seule déforestation tropicale) les écosystèmes terrestres absorbent environ 1,8 Gt C par an⁵. Les activités additionnelles visant à constituer des puits peuvent nettement infléchir les courbes d'émissions nettes (émissions moins absorption) avec des écarts de 5 à 6 Gt à l'horizon 2040 selon les scénarios (Ciais, 2000). En outre, selon les climatologues, l'un des risques les plus important est le pic d'émissions et de concentration du CO₂ dans l'atmosphère, du fait de l'inertie des tendances actuelles. Le stockage – même provisoire – de carbone dans les puits terrestres peut aider à prévenir l'accroissement de la concentration du carbone dans l'atmosphère en deçà de seuils dangereux pour le changement climatique. Enfin, les partisans de la prise en compte des puits espèrent un puissant effet de levier pour inverser les tendances au recul et à la dégradation des écosystèmes forestiers naturels dans les pays en développement, réintroduire des ligneux dans les systèmes agro-pastoraux dégradés et infléchir les itinéraires techniques prévalant en agriculture en faveur de méthodes plus durables.

Le débat devrait se poursuivre lors de la 6^{ème} Conférence des Parties qui se tiendra en novembre au Pays-Bas. Les USA et de nombreux pays producteurs de pétrole, favorables à un certain statu quo des modèles de consommation énergétique, sont en faveur de l'inclusion des puits dans le CDM.

Les activités forestières visant à la constitution de puits

Dans l'hypothèse d'une prise en compte des « puits », les activités forestières qui seraient a priori éligibles au mécanisme de développement propre sont d'abord des activités de **stockage** du CO₂, que ce soit dans la **biomasse sur pied** ou dans les **produits** issus d'une activité forestière elle-même éligible au MDP. Les activités visant à substituer du bois (ressource renouvelable) à l'utilisation de combustibles fossiles (gaz, houille, pétrole...), ne semblent pas devoir être traitées différemment des projets de stockage dans la biomasse sur pied, si l'on considère les objectifs de réduction des émissions et de constitution de « puits de carbone » visés par les protocoles de Kyoto.

Ce sont ensuite des activités de **réduction** des flux d'émission, liées à des changements de conditions d'exploitation du milieu (par exemple l'utilisation de méthodes d'exploitation à faible impact en forêt dense humide), ou une réduction/valorisation des déchets de matière ligneuse produits par l'industrie du bois.

En principe ces activités devraient prendre en compte tant le carbone stocké dans la biomasse que celui qui est stocké dans le sol, en relation avec le développement du système racinaire et le couvert végétal. Le carbone stocké dans le sol est difficile à quantifier et peut varier considérablement d'une période à l'autre. La prise en compte de cette dimension de la séquestration reste tributaire des méthodes de mesure qui sont développées par la recherche.

L'un des aspects du débat sur les puits de carbone est la prise en considération ou non des activités de conservation, lorsque celles-ci visent à « protéger » un massif forestier menacé de déboisement par des activités humaines, agricoles notamment. Compte tenu de l'importance de la biomasse potentiellement concernée par ces activités, leur éligibilité aurait des implications considérables sur le fonctionnement du mécanisme et le prix potentiel des permis d'émission⁶. Or, et même si les contours définitifs du MDP ne seront arrêtés que fin 2000, on sait déjà que certaines conditions doivent être remplies par les projets pour être éligibles:

- une condition « **d'additionnalité environnementale** » : le projet doit contribuer à réduire de manière mesurable la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par rapport à une situation « sans projet » ;
- une condition de **contribution effective au développement** du pays hôte du projet

⁵ Les océans absorbent quant à eux 2,3 Gt par an. Environ 3,4 Gt / an s'accumulent dans l'atmosphère.

⁶ Plus nombreuses seront les activités éligibles (et les opportunités de réduction ou de stockage à faible coût), moins le « prix » de la tonne de carbone séquestrée – exprimé par la valeur des CREs – sera élevée.

- la troisième condition est que le projet n'ait pas pour effet direct ou indirect d'accroître ultérieurement ou dans une autre zone les émissions de gaz à effet de serre (**pertes associées**, ou *leakage* en anglais)
- enfin, seules les activités qui n'auraient pas été entreprises sans les incitations MDP peuvent prétendre être éligibles au mécanisme. Cette condition implicite « **d'additionnalité économique** » est parfois délicate à interpréter mais vise essentiellement à éviter que ne soient créditées des activités rentables avec une bonne probabilité d'être entreprises, et qui réduiraient ainsi l'attraction d'activités moins profitables ou non rentables a priori.

La conservation de massifs forestiers pose des problèmes du point de vue des trois premières conditions énoncées. D'abord, il faudrait être en mesure de démontrer que le massif « protégé » est réellement menacé à court terme par des activités anthropiques qui conduiraient à sa destruction ou à son extrême dégradation. Or, les dynamiques socio-économiques et les processus de décision qui sont en jeu dans le déboisement sont trop complexes pour que des scénarios de référence crédibles sur le moyen-long terme soient envisageables. Le risque est de « protéger » de vastes massifs forestiers dans des zones enclavées et peu peuplées et qui ne courent guère de dangers en matière de déboisement.

Ensuite, la conservation n'offre guère de retombées en matière de développement pour le pays hôte ; elle peut même représenter un coût d'opportunité par rapport à une exploitation forestière bien contrôlée. Enfin, ce type de projet ne résolvant en rien les problèmes à l'origine du déboisement (structures foncières, techniques agraires, etc.), ils conduisent généralement à déporter la pression sur d'autres zones boisées (effets de *leakage*, ou de perte associée).

Il existe donc de solides raisons pour **que les projets de conservation ne puissent être éligibles au MDP**, et que la constitution d'aires protégées fasse plutôt appel à des instruments différents, comme le Fonds pour l'environnement mondial (GEF-FEM) ou des fonds privés de protection de l'environnement.

Cela conduit à distinguer fondamentalement au sein des activités de constitution de « puits de carbone », **l'existant** (forêts naturelles, plantations déjà établies) et les **réalisations à venir** (nouvelles plantations par exemple). *Seules ces dernières devraient faire l'objet d'une possible éligibilité, sous réserve d'appréciation de la condition d'additionnalité économique.*

- Les **projets de bois-énergie** sont potentiellement éligibles au MDP dans la mesure où leur réalisation entraîne la constitution (par plantation) ou le maintien actif (par l'aménagement des massifs forestiers) de biomasse. Leur contribution à la maîtrise de l'effet de serre est proportionnelle au volume stocké en permanence sur pied (stock moins récolte annuelle).
- Les **projets de plantation de bois d'œuvre** sont peut-être les plus intéressants du point de vue du stockage additionnel de CO₂, dans la mesure où le **stockage dans des produits durables** comme des planches, contreplaqués, ou des meubles, vient compléter le stock permanent constitué par les arbres sur pied. Même si la durée de vie des produits est limitée, une durée moyenne de plusieurs dizaines d'années est significative⁷ car elle permet de « gagner du temps » en attendant que des technologies économes dans le domaine de l'énergie et des transports arrivent à maturité, et elle peuvent contribuer à éviter des pics de concentration de CO₂ dans l'atmosphère de la planète, dont les effets peuvent être redoutables du point de vue du changement climatique. Si une partie de la récolte annuelle reste stockée dans des produits-bois, la capacité de stockage de la plantation s'accroît sans qu'il y ait pour cela extension de son aire d'occupation spatiale.
- Les projets de **plantation d'arbres à usages multiples** (fruitiers, oliviers, arbres fourragers, hévéas, etc.) peuvent également être considérés pour l'éligibilité au CDM si « l'additionnalité carbone » est mesurable. Dans cette catégorie peuvent entrer des micro-projets villageois mais, en

⁷ Exemple de durée de vie de certains produits bois : charpente traditionnelle 50 ans; bardage, agencement ou cloison 20 ans, ameublement 10 ans.

pratique, leur prise en compte dépendra de l'existence de fonds d'investissements *ad hoc* qui pourraient jouer un rôle d'interface entre des investisseurs à la recherche de certificats de réduction d'émission (et de l'aide publique) et un ensemble d'activités forestières ou agroforestières villageoises.

Les activités forestières visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre

Outre les réalisations à venir, un certain nombre d'activités forestières peuvent être éligibles si elles contribuent à réduire les flux d'émissions par rapport à un scénario de référence, c'est-à-dire la situation qui adviendra le plus vraisemblablement en l'absence de projet MDP.

Deux activités semblent principalement concernées, la première est **l'exploitation à faible impact** en forêt dense humide, la seconde est relative à **l'amélioration de l'efficacité de l'industrie du bois**.

- L'exploitation à faible impact (EFI) dans le cadre de plans d'aménagement forestier, consiste à la mise en œuvre d'un ensemble de techniques (planification des pistes de débardage, optimisation de l'emplacement des parcs à bois, abattage maîtrisé, utilisation d'engins appropriés pour le débardage...) à réduire les dégâts d'exploitation liés aux opérations forestières, qui se traduisent par une mortalité accrue des ligneux. Il est possible d'estimer la quantité de gaz à effet de serre non émise par l'adoption de ces techniques améliorées par rapport au scénario de référence de l'exploitation « courante ». Les projets de mise en œuvre de ces techniques d'EFI dans les zones d'exploitation pourraient donc être éligibles au MDP. Des modèles basés sur des zones d'exploitation forestière en Asie du Sud-Est indiquent que la mise en œuvre de ces techniques pourrait permettre de réduire le flux d'émission de carbone de 27 tonnes par hectare (estimation de « carbone cumulé actualisé » de sur longue période⁸), et que le coût de la mise en œuvre de ces techniques tourne autour de 150 \$ par hectare dans cette zone. Soit un coût moyen de réduction des émissions de 5,5 \$ la tonne de carbone dans la zone étudiée⁹.
- L'amélioration de l'efficacité de l'industrie de transformation du bois vise à réduire la quantité de déchets engendrés par le processus de production. Cela peut passer par l'amélioration des rendements matière réduisant la quantité de chutes de bois, par l'adjonction de chaînes de fabrication valorisant ces chutes (parqueterie, moulure, etc.). **L'utilisation des déchets dans des unités de cogénération** (produisant à la fois de la chaleur pour le séchage du bois et de l'énergie pour alimenter les machines et fournir de l'électricité aux alentours) participe de cette réduction des émissions en constituant un ultime stade de valorisation des déchets qui viennent alors se substituer à des combustibles fossiles.

Une troisième activité consistant à **substituer des matériaux au bilan éco-énergétique faible** (ciment, acier) par du bois d'œuvre peut également être éligible au MDP (l'utilisation supplémentaire de 1 m³ de bois transformé dans le bâtiment permet de stocker environ 1 tonne de CO₂ pour une durée moyenne de 20 ans et d'éviter en outre l'émission nette, hors sous produits, de 0.3 T de CO₂ si l'on remplace du béton, 1.2 T de CO₂ si l'on remplace de l'acier). Si par exemple un programme vise à remplacer des constructions en béton ou en acier par des constructions en bois (charpentes, poutres,

⁸ Le stockage additionnel de carbone s'étalant dans le temps, on calcule l'équivalent d'une valeur actuelle nette pour estimer les quantités accumulées sur une période donnée, exactement comme si le carbone additionnel stocké était de l'argent. Plus une tonne est retirée rapidement de l'atmosphère plus elle « pèse » dans le décompte de l'accumulation de carbone additionnel stocké sur la période. Les chiffres rapportés issus de Boscolo et al. (1997) prennent pour hypothèse un taux d'actualisation de 6 % et considèrent une période de 200 ans.

⁹ Il faut souligner que ces résultats ne sauraient être extrapolés ni à l'Afrique ni à l'Amérique latine, où les prélèvements à l'hectare sont de 3 à 5 fois inférieurs à ce qu'ils sont dans les forêts à diptérocarpacées d'Asie du Sud-Est. La marge de gain en matière de réduction des dégâts est, par voie de conséquence, beaucoup plus limitée.

etc.), « l'additionnalité carbone » sera constituée par l'économie d'émissions de gaz à effet de serre nécessaire à la fabrication des volumes de matériaux non employés.

Les conditions restrictives : additionnalité et pertes associées

Le protocole de Kyoto a prévu un certain nombre de conditions qui restreignent le champ d'application du MDP. La condition liée au « *leakage* », relâchement de gaz à effet de serre lié directement ou indirectement aux activités candidates au MDP, vise à éviter que le stockage du CO₂ dans le cadre d'un projet donnée, n'ait pour effet une augmentation des émissions dans un autre lieu géographique ou un autre secteur.

Une plantation établie en lieu et place d'une forêt naturelle peut être considérée sous l'angle des pertes de CO₂ associées à la conversion de la forêt naturelle installée précédemment. En outre, les pertes de biodiversité associées à ces opérations de conversion, même si elles ne sont pas prises en compte par le texte de Kyoto, poseraient des problèmes vis-à-vis des objectifs de la convention « biodiversité ». Les projets de conservation de type aire protégée dans des zones de forte pression agricole risquent de se traduire par un simple report de la pression agricole sur d'autres forêt, ce qui les expose à la clause de *leakage*.

La clause « d'additionnalité économique » est plus difficile à apprécier. Le principe est de ne pas aider des activités qui auraient été entreprises même en l'absence du MDP, afin de concentrer les efforts sur les projets qui rencontrent de véritables obstacles à leur établissement. Si le principe est simple, son application risque de se heurter à d'importantes difficultés d'évaluation. En effet, les entrepreneurs sont souvent les seuls à connaître les coûts des opérations dans leur secteur d'activité, et plus précisément des coûts marginaux de leur entreprises, lesquels peuvent différer sensiblement d'une entreprise à l'autre. Par ailleurs, la rentabilité potentielle des projets n'est pas toujours un critère suffisant pour écarter des projets intéressants pour la maîtrise des gaz à effet de serre, de l'éligibilité au MDP. De nombreuses activités, pourtant rentables à terme, ne sont pas entreprises du fait d'un ensemble de facteurs de blocage, particulièrement dans les pays en voie de développement. Ce facteurs peuvent être les difficultés d'accéder au crédit bancaire, le manque d'information sur les techniques ou les produits, le manque de personnel qualifié, l'incertitude des investisseurs dans un contexte institutionnel instable, etc.

Un exemple est fourni par les opérations d'EFI en forêt dense : plusieurs projets pilotes ont montré que la planification des pistes de débardage et la mise en œuvre de techniques d'abattage amélioré, si elles nécessitent des investissements et une réorganisation des chantiers forestiers, conduisent à moyen terme à accroître la rentabilité de l'exploitation (réduction des temps de fonctionnement des engins, consommation diminuée, réduction des dégâts sur les grumes commerciales, diminution des oublis d'arbres exploitables du fait de la mauvaise organisation des chantiers, augmentation de la productivité du travail). Malgré ces avantages potentiels, ces techniques ne sont pas – ou très rarement – mises en œuvre du fait du manque de personnel qualifié, des investissements nécessaires, de la nécessaire « remise à plat » de l'ensemble des opérations forestières qu'elle implique et du manque d'information des gestionnaires d'entreprise. Comment apprécier l'additionnalité économique dans ce cas ? Une interprétation stricte conduirait à écarter ces projets des bénéfices du MDP ; toutefois, une analyse plus détaillée constaterait que les « scénario de référence » n'est pas l'adoption spontanée de l'EFI par les opérateurs mais au contraire la persistance assez générale des pratiques courantes, qui dégradent parfois considérablement la forêt. Sur la base de ce constat, et compte tenu des bénéfices environnementaux potentiels de l'EFI (carbone, régénération et biodiversité), l'éligibilité des projets d'introduction des techniques d'EFI peut être considérée positivement.

Des problèmes comparables sont posés par les plantations. Bon nombre de plantations industrielles d'essences à croissance rapide sont entreprises pour la fabrication de pâte à papier, principalement en Asie et en Amérique Latine. Ces opérations ont une rentabilité économique suffisante pour ne pas nécessiter d'appui dans le cadre du MDP. Par contre, les plantations de bois d'œuvre en milieu tropical sont devenues exceptionnelles. En cause, un temps d'attente trop long avant récolte (30 ans et plus)

conjugué à des taux d'actualisation trop élevés qui dissuade les investisseurs potentiels. Une seule exception, le teck, dont les prix en termes réels se sont considérablement accrus ces dernières années et qui permet des valorisations intermédiaires (coupes d'éclaircie à 7 ans). En première analyse, on pourrait considérer que les projets de plantation de bois de pâte à papier n'ont pas besoin de l'appui que représente l'éligibilité au MDP, au moins dans les zones géographiques où ces projets sont couramment réalisés à grande échelle (par exemple en Asie du Sud-Est). La question sera plus délicate quand seront considérées des projets de plantations dans des pays où ils sont l'exception (par exemple sur le continent africain), où si les plantations d'eucalyptus sont déléguées par une société à des communautés paysannes. La question est similaire avec les plantations de teck : autant l'éligibilité de projets d'investissement dans des plantations de teck semble discutable, autant on pressent bien l'intérêt d'aider le développement quasi spontané des plantations villageoises de teck en Côte d'Ivoire, filière qui serait dynamisée par des apports de capital et le transfert de savoir faire en termes de techniques sylvicoles.

L'impossibilité de connaître totalement les coûts spécifiques de chaque entreprise rend improbable l'analyse financière de chaque projet¹⁰ (alors que l'analyse technique est incontournable) et va impliquer la constitution de base de données régionalisées par activités potentiellement éligibles, qui pourront mentionner soit des coûts moyens, soit définir « les scénarios de référence » les plus probables dans tel ou tel secteur et dans telle ou telle situation géographique, et sur des pas de temps définis (la situation de référence peut changer d'une décennie à l'autre avec la diffusion de nouvelles techniques ou le changement de cadre institutionnel). Ceci a des conséquences sur l'interprétation de l'additionnalité économique, qui ne serait pas envisagée du point de vue de chaque « business plan » pris individuellement, mais du point de vue géographique et sectoriel. Ainsi, il est possible que certains investissements soient rentables pour l'entreprise qui les effectue – du fait de la maîtrise technique et de l'efficacité de cette entreprise – tout en étant éligibles au MDP car les activités proposées sont l'exception dans le pays et le secteur d'activité concerné.

Un exemple peut être fourni par les plantations de bois d'œuvre. Rarement entreprises par le secteur privé, elles fournissent pourtant potentiellement des bénéfices économiques et environnementaux en approvisionnant les industries du bois et en permettant, si certaines conditions sont réunies, de réduire la pression sur les forêts naturelles dans nombre de pays producteurs de bois. Du point de vue privé, chaque investisseur potentiel va effectuer son calcul de rentabilité en appliquant un taux d'actualisation qui lui est propre, sachant qu'un point de différence pèse lourd dans des bénéfices escomptables à 20 ans au moins. Les taux d'actualisation des entrepreneurs dépendent de facteurs objectifs (niveau des taux d'intérêts) et de facteurs subjectifs (perception du risque, structure du capital...). Ainsi un même projet de plantation pourra être jugé rentable par tel gestionnaire mais pas par tel autre selon les taux d'actualisation qui leur sont propres. Dans le cadre d'une approche sectorielle et géographique de l'additionnalité économique, une convention peut consister à apprécier la rentabilité potentielle des activités forestières envisagées (et rarement entreprises en temps normal) sur la base de taux d'actualisation relativement élevés (par exemple à 8%) afin de permettre une large éligibilité de ces activités au MDP, quitte à admettre que quelques projets qui auraient été entrepris sans le MDP bénéficient d'une rente (cette rente étant probablement la conséquence d'une meilleure efficacité économique de l'entreprise).

Dès lors le MDP peut jouer son rôle de catalyseur, ou « d'effet de levier », pour la réalisation de projets à faible rentabilité ou à la limite du seuil de rentabilité. Le nombre limité de certificats de réduction d'émission potentiellement retiré de certaines activités (par exemple l'EFI ou des plantations villageoises) sera moins ressenti comme un handicap si l'activité est proche du seuil de rentabilité. Si, comme c'est souvent le cas, les obstacles sont liés à des facteurs de blocages initiaux, comme le crédit

¹⁰ Plus encore, une approche par les coûts spécifique de chaque entreprise transformera en information stratégique la structure de ces coûts : les entreprises seront tentées de gonfler artificiellement leurs coûts et minimiser leurs marges potentielles afin que leur projet soit éligible au MDP, et la connaissance « objective » des coûts marginaux deviendra pratiquement impossible.

bancaire trop élevé ou le manque de personnel formé, les « crédits carbone » escomptables dans le cadre du MDP, même en nombre limité, peuvent rendre attractif le projet.

Intérêt du MDP « Puits » pour les pays en développement

La logique « duale » du MDP : instrument de flexibilité et instrument de développement

Le point de départ de l'appréciation d'activités potentiellement éligibles au MDP est leur contribution effective au développement du pays hôte des activités en question. La hiérarchie implicite de l'examen de tout projet candidat au MDP est d'abord l'intérêt économique (et environnemental) du pays hôte, puis en second lieu la flexibilité apportée par les activités du projet aux investisseurs potentiels.

Ce point différencie fondamentalement les mécanismes de flexibilité « purs », comme la « mise en œuvre conjointe » (*joint implementation* en anglais), du MDP. Cette spécificité renforce l'idée que les projets de conservation forestiers n'ont guère leur place dans ce dispositif étant donné leur faible contribution au développement, voire les coûts d'opportunité associés à leur réalisation (autres usages possibles de l'espace).

Les projets forestiers potentiellement éligibles au MDP pour leur action de réduction des gaz à effet de serre, présentent des profils intéressants du point de vue de la contribution au développement et à la réalisation d'objectifs nationaux importants comme la lutte contre la désertification.

Les bénéfices directs de ces activités sont multiples :

- ils offrent des revenus potentiels à des populations rurales vivant généralement loin des centres d'activité économique (zones forestières). Les projets de plantation industrielle génèrent des emplois (travaux d'établissement, entretien de pépinières, contrôle, récolte, activités dérivées...). Quant aux projets de développement de plantations villageoises, ils visent la rétribution directe – par le biais d'un fonds d'investissement – des populations rurales participant à ces activités ;
- les projets de plantation de bois d'œuvre couplés à des projets d'accroissement de l'efficacité des industries du bois renforcent la compétitivité de la filière bois d'un pays forestier à travers un accroissement de la valeur ajoutée de la transformation et une augmentation de la production. En outre, le développement de ces industries permet la fourniture de matériaux de construction adaptés aux populations tant urbaines que rurales ;
- le développement de différents types de plantation, notamment d'arbres à usages multiples, contribue à la lutte contre la désertification et l'érosion dans les régions soumises à ce type de dégradation ;
- les plantations de bois de feu contribuent à l'approvisionnement énergétique des citoyens à des coûts modérés et permettent de réduire la dépendance du pays vis-à-vis des importations de combustibles fossiles ;

Les bénéfices en terme de développement des projets de type « exploitation à faible impact » sont plus indirects car décalés dans le temps mais n'en sont pas moins réels. En limitant la dégradation des massifs forestiers consécutive à des pratiques d'exploitation destructrices, ces projets contribuent au maintien d'une production durable de bois d'œuvre, avec les bénéfices associés à cette production : taxes, emplois dans l'exploitation forestière, approvisionnement des usines de transformation du bois...

Négociation des conventions favorables

Les bénéfices potentiels des projets MDP seront d'autant plus tangibles que les conditions de leur application auront été négociées sous un angle favorable au développement des pays du Sud. L'éligibilité au MDP de la constitution des puits n'est pas encore définitivement acquise au niveau de la négociation de la mise en œuvre des mécanismes de Kyoto. Un certain nombre d'arguments sont avancés pour exclure les « puits de carbone » du MDP ; ils sont fondés sur le caractère incertain de l'additionnalité carbone (projets de conservation) qui laisse ouvert la possibilité de créditer des réductions d'émissions fictives (*hot air*) et permettrait à des pays du Nord d'éviter toute réduction

d'émissions sur leur territoire. Ils sont également fondés sur le caractère « réversible » des activités, comme les plantations qui peuvent être détruites dans diverses circonstances.

Le principal risque pour les pays du Sud est que leur potentiel de réalisation d'activités forestières soit écarté pour éviter la possibilité de *hot air*. Les alternatives proposées, qui visent à **comptabiliser le seul stockage dans les produits** ont le défaut d'établir une césure entre les conditions de production du bois et la circulation du produit. Les risques sont dès lors perceptibles : si la substitution de bois de feu aux combustibles fossiles s'effectue au travers de la dégradation des formations boisées d'un pays, le bilan carbone est clairement négatif ; de même, le stockage dans les produits bois n'a de sens que s'il s'accompagne d'une gestion à rendement soutenu des massifs forestiers. En outre, la circulation des produits bois (au travers du commerce international par exemple) rend délicate la détermination du bénéficiaire des certificats de réduction d'émission : est-ce le producteur ou l'acheteur ? Comme il ne saurait être question de créditer le producteur et l'acheteur (on comptabiliserait alors deux fois la même réduction), et qu'il semble difficile de ne pas créditer le producteur (que deviendrait « l'effet de levier » du MDP ?), on arriverait à la situation où tout coupeur de bois pourrait se prévaloir de stockage de CO₂ dans les produits qu'il commercialise et demander des certificats de réduction d'émission.

L'évocation de la certification de la gestion des massifs forestiers d'où seraient extraits les produits bois, condition de leur accréditation, ne semble guère être en mesure de répondre au problème posé, du fait des difficultés que rencontrent les processus de certification dans les pays du Sud et les difficultés à s'accorder sur la notion même de gestion durable des forêts (qui ne se limite pas au seul « rendement soutenu » mais est un concept plus large). Par contre la prise en compte de la nature et de la durée de vie potentielle des produits résultant de la biomasse sur pied dans la comptabilisation des réductions d'émission est un point important.

L'intérêt des pays en développement est d'éviter que la crainte légitime que la forêt ne serve à certains pays du Nord de remplir leurs engagements de réduction d'émissions de gaz à effet de serre en finançant des projets de réduction fictive des émissions, ne conduise pas à « jeter le bébé avec l'eau du bain » alors que les bénéfices qu'ils peuvent attendre de l'éligibilité des activités forestières au MDP est réel. Par contre, il est de l'intérêt des pays en développement de veiller à ce que les conventions adoptées pour apprécier les conditions d'éligibilité des activités forestières favorise effectivement le développement et que le mécanisme puisse jouer son rôle d'effet de levier. Négocier une distinction entre les puits existants (thématique de la conservation), les puits à réaliser (plantations) et les activités de réduction des émissions (exploitation à faible impact, modernisation de l'industrie de transformation, substitution de produits à bilan éco-énergétique différents...) permettrait d'une cibler les bénéfices du MDP sur les activités les plus porteuses en termes de développement et d'autre part à éviter la prolifération de « *hot air* » (réduction fictives d'émissions) qui aboutirait à abaisser le prix des certificats de réductions d'émission sur les futurs « marchés des crédits » et défavoriserait les pays en développement¹¹.

Certains points en débat, d'apparence très technique, méritent toute l'attention des pays en développement car ils conditionnent la portée effective du mécanisme. C'est notamment le cas du mode de comptabilité des réductions d'émission : pour prendre en compte la « réversibilité » potentielle des projets forestiers, une méthode de comptabilité carbone (la méthode « tonne-an ») propose de n'accréditer le carbone stocké qu'au fur et à mesure du stockage (croissance des arbres par exemple) et d'appliquer à chaque tonne stockée un facteur de pondération – appelé facteur d'équivalence – pour prendre en compte le caractère réversible des activités forestières. Dans l'état actuel des débats, la proposition est de diviser par 55 les quantités stockées annuellement en considérant qu'une tonne de CO₂ doit être stockée pendant 55 ans pour équivaloir une tonne de CO₂ non émise¹². Si cette

¹¹ Plus les possibilités d'effectuer des réductions d'émission à faible coût seront étendues moins le prix potentiel des certificats sera élevé.

¹² Il serait équivalent de stocker une tonne de CO₂ pendant 55 ans ou de stocker 55 tonnes pendant un an.

proposition de comptabilité carbone était retenue, elle amenuiserait considérablement l'effet de levier attendu du MDP et reviendrait à faire de la constitution des puits de carbone une activité très marginale par rapport aux projets énergétique.

Alain Karsenty
Août 2000